

PAT-NO: JP410321545A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10321545 A

TITLE: SEMICONDUCTOR SUBSTRATE  
HEATING DEVICE

PUBN-DATE: December 4, 1998

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME

YANAGAWA, SHUSAKU

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME  
COUNTRY  
SONY CORP

N/A

APPL-NO: JP09129085

APPL-DATE: May 20, 1997

INT-CL (IPC): H01L021/26

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To uniformize temperature distribution for heating a substrate.

SOLUTION: By disposing rings 4 and 6 for

obstructing light at the upper and lower parts of a semiconductor substrate peripheral part with an interval from a substrate 132, the light made incident from the upper and lower parts of the substrate peripheral part onto the substrate 132 is respectively shielded by the respective rings 4 and 6. Thus, an incident light quantity at the peripheral end part of the substrate 132 is reduced, and a photon box effect at the temperature elevation is prevented. Also, in keeping high temperature of the substrate 132 and in lowering the temperature of it, at the peripheral part of the substrate 132, since the rings 4 and 6 arranged at the upper and lower parts absorb thermal radiation from the substrate peripheral part, exhibit heat insulation effect and suppress the decline of the temperature at the substrate peripheral part, an edge effect is prevented. As a result, the uniformity of the temperature distribution is improved.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-321545

(43)公開日 平成10年(1998)12月4日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 21/26

識別記号

F I

H 0 1 L 21/26

G

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平9-129085

(22)出願日 平成9年(1997)5月20日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 柳川 周作

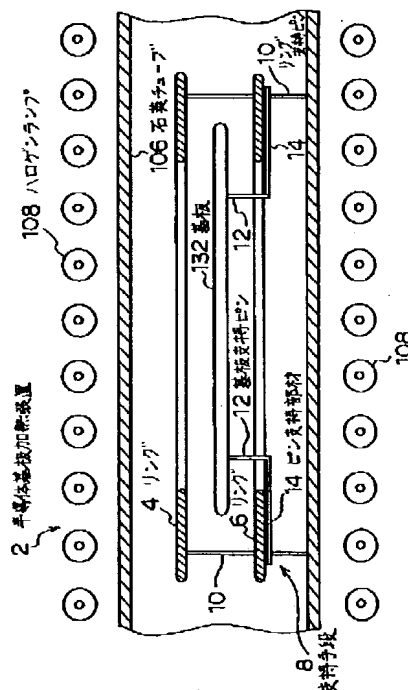
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(54)【発明の名称】 半導体基板加熱装置

(57)【要約】

【課題】 基板を加熱する際の温度分布を均一にする。

【解決手段】 半導体基板周辺部の上下に、基板132との間に間隔をおいて、光を阻止するリング4、6を配設したので、基板周辺部の上下から基板132に入射する光は、各リング4、6によってそれぞれ遮られる。したがって基板132の周辺端部における入射光量は減少し、昇温時のフォトンボックス効果を防止できる。また、基板132の高温保持時、および降温時には、基板132の周辺部では、上下に配置されたリング4、6が基板周辺部からの放熱を吸収して保温効果を呈し、基板周辺部での温度の低下を抑制するので、エッジ効果を防止できる。その結果、温度分布の均一性が向上する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板の上下から光を照射して前記半導体基板を加熱する装置において、光を阻止するリング状の2枚の板体を前記半導体基板周辺部の上下に、上下方向で前記半導体基板との間に間隔をおいて配設したことを特徴とする半導体基板加熱装置。

【請求項2】 前記板体の内径は、前記半導体基板の外形より小さいことを特徴とする請求項1記載の半導体基板加熱装置。

【請求項3】 前記板体は、光吸収材料から成ることを特徴とする請求項1記載の半導体基板加熱装置。

【請求項4】 前記板体は、炭化珪素、窒化アルミニウム、シリサイド、アルミナのうちのいずれかから成ることを特徴とする請求項3記載の半導体基板加熱装置。

【請求項5】 前記板体の相互の間隔は10mm以上であることを特徴とする請求項1記載の半導体基板加熱装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体基板の上下から光を照射して半導体基板を加熱する半導体基板加熱装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体装置の製造過程では、半導体基板（以下、単に基板ともいう）に対する酸化膜の形成や、基板のアニールなどのために、基板の上下から光を照射して基板を加熱する半導体基板加熱装置が用いられている。図5は従来の半導体基板加熱装置の一例を示す断面側面図である。この図に示すように、従来の半導体基板加熱装置102は、加熱炉104内の石英チューブ106やハロゲンランプ108、加熱炉106側部のチャンバドア110、放射温度計136などを含んで構成されている。

【0003】石英チューブ106は、赤外線に対して高い透過性を有する石英ガラスにより形成され、加熱炉104内のほぼ中央に略水平に延設されている。石英チューブ106の一端は加熱炉104の側壁112を貫通して外部への開口114を形成している。この開口114は、側壁112の外側に配設されたドア116により開閉可能となっている。開口114周辺の側壁112には、樹脂製のパッキン118が装着され、ドア116により開口114を閉鎖した時、気密性を確保できるようになっている。また、石英チューブ106の他端にはガス導入部120が形成され、側壁112と対向する側壁122を貫通して加熱炉104の外側に導出されている。

【0004】石英チューブ106内にはトレー124が配置されており、トレー124の中央付近には、基板を支持するために、複数の支持部126が立設されてい

る。ハロゲンランプ108は、石英チューブ106を挟み、加熱炉104内の天井128および床130に近接して多数が対向配列されている。加熱炉104の天井128および床130は金でコーティングされ、ハロゲンランプ108からの光を反射させて基板を効率よく加熱するよう図られている。

【0005】このような構成において、基板を加熱する際は、上記支持部126上に基板132が載置され、そして、ドア116を閉鎖した後、石英チューブ106内に、ガス導入部120を通じて不活性ガスが充填される。この状態で、ハロゲンランプ108が点灯され、基板132の加熱が行われる。基板加熱中の基板温度は、加熱炉104の床130に形成された開口134を通じて、放射温度計136によりモニタされる。

【0006】図6は、このような半導体基板加熱装置102により基板132を加熱する際の基板132の温度変化の一例を示すグラフである。縦軸は温度を表し、横軸は時間を表している。この例では、昇温時には、ハロゲンランプ108の出力を強めて200°Cの温度から、100°C/分の速度で昇温され、その後、10秒間、ハロゲンランプ108の出力を抑制して高温の一定温度に保持した後、さらにハロゲンランプ108の出力を弱めて400°Cの温度まで70°C/分の速度で降温している。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このような従来の半導体基板加熱装置102では、基板132上での温度分布が不均一となり、基板132全体を均一に加熱できないという問題があった。図7は基板132上での温度分布が不均一になる1つの原因であるフォトンボックス効果を示す説明図である。図6に示したような昇温の過程では、ハロゲンランプ108から石英チューブ106内の基板132に対して、図7に矢印Aにより示すように光が照射される。基板132はこの光を吸収して温度が上昇するが、吸収する光の量は基板132の中央部と周辺部とでは異なっている。すなわち、基板132の周辺部では、基板132の上面および下面だけでなく、基板132の周辺端部からも光を吸収するため、中央部より吸光量は多くなる。そのため、基板132の周辺部では中央部より高温となり、基板132上の温度分布は不均一となる。

【0008】図8は、基板132上での温度分布が不均一になるもう1つの原因であるエッジ効果を示す説明図である。図6に示したような高温保持および降温の過程では、ハロゲンランプ108の出力が弱められるため、基板132からは図7に矢印Bにより示すように熱が放射される。しかし、この熱の放射は、基板132の中央部と周辺部とで、その量が異なっている。すなわち、基板132の周辺部では、基板132の上面および下面だけでなく、基板132の周辺端部からも熱が放射される

ので、中央部より熱の放射量は多くなる。そのため、基板132の周辺部では中央部より低温となり、基板132上の温度分布は不均一となる。

【0009】このように基板132上での温度分布が不均一となると、基板132に酸化膜を形成する場合には基板132上での酸化膜の厚さが不均一となり、またシート抵抗を形成する場合には基板132上での抵抗値の分布が不均一となる。さらには、スリップラインなどの結晶欠陥が発生してしまう。

【0010】この問題を解決する1つの方法として、基板132の周辺にリングを配置して見かけ上基板を拡大する方法が知られている。図9は、基板132上での温度分布の均一性を高めるための従来の対策を実施した場合の基板132周辺を示す平面図である。基板132は、トレー138上に立設された支持部140の上に載置され、その周辺に、シリコン(Si)製あるいは炭化シリコン(SiC)製のリング142が配置されている。リング142はトレー138上に配設された支持アーム141によりトレー138上に支持され、基板132と同一の高さに配置されている。リング142の内周と基板132の外周との間には、基板132の自動搬送を可能とするため隙間144が形成されている。

【0011】図10は、このようなリング142を配置することでフォトンボックス効果が緩和される様子を示す説明図、図11は、リング142を配置することでエッジ効果が緩和される様子を示す説明図である。昇温時には、図10に示したように、リング142を配置することでリング142の周辺部ではフォトンボックス効果が発生するものの、基板132の周辺部では、上述のような周辺部からの光の吸収は起らず、したがって基板132上での温度分布の均一性が向上する。また、降温時には、図11に示したように、リング142を配置することでリング142の周辺部では、エッジ効果が発生するものの、基板132の周辺部では、上述のような周辺部からの熱の放射は起らず、したがって基板132上での温度分布の均一性が向上する。

【0012】ところで、上述したようにリング142と基板132との間に隙間144を確保する必要があり、円滑な基板132の搬送を保証するためにはその隙間144は5mm程度以上としなければならない。しかし、そのような隙間144を設ける結果、リング142の効果が低下してしまい、フォトンボックス効果およびエッジ効果を十分に防止することが難しくなっている。さらに、基板132を自動搬送で設置する際、リング142が邪魔になるため、実際にはリング142を基板132より高い位置に配置したり、あるいは自動搬送のための搬送アームが通る場所ではリング142の一部を切り欠いたりしているため、リング142の効果はさらに低下している。

【0013】そこで本発明の目的は、基板の自動搬送を

行う場合にも、フォトンボックス効果およびエッジ効果を十分に防止して、基板を均一に加熱することが可能な半導体基板加熱装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するため、半導体基板の上下から光を照射して前記半導体基板を加熱する装置において、光を阻止するリング状の2枚の板体を前記半導体基板周辺部の上下に、上下方向で前記半導体基板との間に間隔をおいて配設したことを特徴とする。

【0015】本発明の半導体基板加熱装置では、光を阻止するリング状の2枚の板体を半導体基板周辺部の上下に、上下方向で基板との間に間隔をおいて配設したので、基板周辺部の上下から基板に入射する光は、各板体によってそれぞれ遮られる。したがって基板の周辺部における入射光量は減少し、昇温時のフォトンボックス効果を防止できる。また、基板の高温保持時、および降温時には、基板の周辺部では、上下に配置された板体が基板周辺部からの放熱を吸収して保温効果を呈し、基板周辺部での温度の低下を抑制するので、エッジ効果を防止できる。

【0016】すなわち、本発明の半導体基板加熱装置では、フォトンボックス効果およびエッジ効果を防止して、基板の昇温、高温維持、降温のいずれの工程でも基板上の温度分布を均一に保つことができる。そして、本発明では、リング状の各板体は基板との間に上下方向で間隔をおいて配設されているので、基板を自動搬送する際にも板体は邪魔にならず、したがって、基板の自動搬送のために板体の形状や位置を変更する必要もなく、板体の本来の効果を十分に発揮させることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】次に本発明の実施の形態を実施例にもとづき図面を参照して説明する。図1は本発明による半導体基板加熱装置の一例を示す部分断面側面図である。図1に示したこの半導体基板加熱装置2は、図6に示した従来の半導体基板加熱装置に対して、基板132の周辺部の上下に、基板132との間に上下方向で間隔をおいて、光を阻止するリング状の2枚のリング4、6(本発明に係わる板体)を配設したことを特徴としている。2枚のリング4、6は、本実施例では、共に同一の形状を有し、その内径は基板132の直径よりやや小さいものとなっている。また、このようなリング4、6を用いることに伴い、トレー124および支持部126(図5)に代えて、リング4、6の支持手段8が設けられている。支持手段8は、リング支持ピン10、基板支持ピン12、ならびにピン支持部材14により構成されている。

【0018】複数のリング支持ピン10はすべて長さが同一であり、相互に間隔をおき、ほぼ垂直に石英チューブ106内に立設されている。そして、リング4は、リ

ング支持ピン10の頂部に載置した状態でリング支持ピン10の頂部に固定されており、一方、リング6は、リング6に形成された不図示の小孔に各リング支持ピン10を挿通した状態でリング支持ピン10に固定されている。リング6は、リング4とほぼ平行であり、かつリング4の真下にリング4に対して間隔をおいて配置されている。

【0019】各ピン支持部材14は、リング6の下面近傍において、一端部がそれぞれリング支持ピン10に固定されて、リング6の中心方向にほぼ水平に延在している。複数の基板支持ピン12は互いに長さが等しく、上記ピン支持部材14の中心側の端部上に、ほぼ垂直に立設されている。そして、加熱すべき基板132は基板支持ピン12の頂部上に載置されている。本実施例では、リング4、6の間隔は10mm以上であり、また、基板132はリング4、6の中間の高さの位置に配置されている。

【0020】このように構成された半導体基板加熱装置2では、昇温時にハロゲンランプ108から放射された光は、基板132の周辺部においてはリング4、6によって遮られる。したがって基板132の周辺端部における入射光量は減少し、昇温時のフォトンボックス効果を防止できる。また、高温保持時、および降温時には、基板132の周辺部では、上下に配置されたリング4、6が基板周辺部からの放熱を吸収して保温効果を呈し、基板周辺部での温度の低下を抑制するので、エッジ効果を防止できる。

【0021】すなわち、本実施例の半導体基板加熱装置2では、フォトンボックス効果およびエッジ効果を防止して、基板132の昇温、高温維持、降温のいずれの工程でも基板132上の温度分布を均一に保つことができる。その結果、基板132上に酸化膜を形成する場合には酸化膜の厚さ均一にでき、またシート抵抗を形成する場合には抵抗値の分布を均一にすることができる。さらには、スリップラインなどの結晶欠陥の発生を防止することができる。そして、本実施例では、リング4、6は基板132との間に上下方向で間隔をおいて配設されているので、基板132を自動搬送する際にもリング4、6は邪魔にならず、したがって、基板132の自動搬送のためにリング4、6の形状や位置を変更する必要もなく、リング4、6の本来の効果を十分に発揮させることができる。さらに、本実施例の半導体基板加熱装置2では、リング4、6の内径およびリング4、6の間隔を変えることによって、基板周辺部での光の吸収量および熱の放射量を調整することが容易で、より一層均一な温度分布が得られるよう図ることができる。

【0022】このような半導体基板加熱装置2の効果を実際に確かめるために実験を行った。実験では、リング4、6としては、材質がシリコンで、内径が140mm、厚さが625 $\mu$ mのものを、リング4、6間の

間隔は30mmとした。図2は実験に用いた基板132を示す断面図である。実験に用いた基板132はシリコン(Si)から成り、直径は約152.4mm(6インチ)である。図2に示したように、この基板132には、まず熱酸化によって厚さ600nmの酸化シリコン膜16(SiO<sub>2</sub>)が両面に形成され、その上に減圧法によりポリシリコン膜18(PolySi)が150nmの厚さに形成されている。そして、上面のポリシリコン膜18には、BF<sub>3</sub> + I<sub>2</sub>(フッ化ホウ素)がイオン注入(40KeV、5.4E14/cm<sup>2</sup>)され、その上に常圧CVDにより厚さ300nmの酸化シリコン膜20(SiO<sub>2</sub>)が形成されている。

【0023】このような基板132を、半導体基板加熱装置2によって、昇温、高温保持、降温から成り高温保持における温度を1050°Cとしたアニールシーケンスで加熱処理し、その後、上面の最上層の酸化シリコン膜20をHF(フッ化水素)により洗浄除去して、ポリシリコンのシート抵抗の分布を測定した。図3はシート抵抗の基板132上での分布の測定結果を等高線表示した分布図である。また、比較のため、同様の基板132に対して、図5に示した従来の半導体基板加熱装置2により同様のアニールシーケンスで加熱処理を行い、酸化シリコン膜20をHFにより洗浄除去して、ポリシリコンのシート抵抗の分布を測定した。図4は従来の半導体基板加熱装置2により加熱処理を行った場合のシート抵抗の基板132上での分布の測定結果を等高線表示した分布図である。

【0024】図3および図4を比較して明らかなように、図4(従来)では等高線が特に基板132の周辺部で込み合っており、抵抗値が周辺部ほど急激に大きくなっている。これに対して図3(実施例)では、このような等高線の込み合った箇所はなく、基板132上でシート抵抗の分布は均一になっている。なお、図3、図4において、プラスおよびマイナスの記号は抵抗値の測定位置を表しており、プラスの記号はその箇所における抵抗値が平均値より大きいことを示し、マイナスの記号は逆にその箇所における抵抗値が平均値より小さいことを示している。

【0025】また、図3の場合、平均の抵抗値は2660.0 $\Omega$ /cm<sup>2</sup>であり、標準偏差をこの平均値で除して得られる値、すなわち面内均一性の指標となる数値は1.040%であった。一方、図4の場合は、平均の抵抗値は2616.4 $\Omega$ /cm<sup>2</sup>であり、標準偏差をこの平均値で除して得られる値は3.478%であった。本実施例では、面内均一性の指標値は $\pm 1.0\%$ の範囲をわずかに外れた程度の値であり、リング4、6を設けたことで温度分布の均一性が向上した結果、シート抵抗の分布において優れた均一性が得られている。

【0026】さらに、高温保持における温度を1200°Cとすると、従来は基板132上での温度分布の不均

一性のためスリップラインの発生が見られたが、本実施例では、実験の結果、高温保持における温度を1200℃としてもスリップラインの発生はまったく見られなかった。

【0027】なお、リング4、6の材料は、光子ボックス効果およびエッジ効果の発生を阻止する上で、光の吸収に優れた材料により形成することが好ましく、シリコン以外にも、例えば炭化珪素、炭化珪素、窒化アルミニウム、シリサイド、アルミナなどを用いることができる。また、上記実験ではリング4、6の間隔を30mmとして十分な効果が得られたが、基板132の自動搬送のためにはリング4、6の間隔は10mm以上であればよく、したがって、リング4、6の間隔が30mmあれば自動搬送を行う上でリング4、6はなんら障害とならない。そして、リング4、6の間隔をさらに広くして同様の実験を行った結果、間隔が60mm程度までは効果が見られ、温度分布の均一性を向上させることができた。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように本発明の半導体基板加熱装置では、光を阻止するリング状の2枚の板体を半導体基板周辺部の上下に、上下方向で基板との間に間隔をおいて配設したので、基板周辺部の上下から基板に入射する光は、各板体によってそれぞれ遮られる。したがって基板の周辺部における入射光量は減少し、昇温時の光子ボックス効果を防止できる。また、基板の高温保持時、および降温時には、基板の周辺部では、上下に配置された板体が基板周辺部からの放熱を吸収して保温効果を呈し、基板周辺部での温度の低下を抑制するので、エッジ効果を防止できる。

【0029】すなわち、本発明の半導体基板加熱装置では、光子ボックス効果およびエッジ効果を防止して、基板の昇温、高温維持、降温のいずれの工程でも基板上の温度分布を均一に保つことができる。その結果、基板上に酸化膜を形成する場合には酸化膜の厚さ均一にでき、またシート抵抗を形成する場合には抵抗値の分布を均一にすることができる。さらには、スリップラインなどの結晶欠陥の発生を防止することができる。そして、本発明では、リング状の各板体は基板との間に上

下方向で間隔をおいて配設されているので、基板を自動搬送する際にも板体は邪魔にならず、したがって、基板の自動搬送のために板体の形状や位置を変更する必要もなく、板体の本来の効果を十分に発揮させることができる。さらに、本発明では、板体の内径および板体の間隔を変えることによって、基板周辺部での光の吸収量および熱の放射量を調整することが容易で、より一層均一な温度分布が得られるよう図ることができる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明による半導体基板加熱装置の一例を示す部分断面側面図である。

【図2】実験に用いた基板を示す断面図である。

【図3】シート抵抗の基板上での分布の測定結果を等高線表示した分布図である。

【図4】従来の半導体基板加熱装置により加熱処理を行った場合のシート抵抗の基板上での分布の測定結果を等高線表示した分布図である。

【図5】従来の半導体基板加熱装置の一例を示す断面側面図である。

20 【図6】半導体基板加熱装置により基板を加熱する際の基板の温度変化の一例を示すグラフである。

【図7】基板上での温度分布が不均一になる1つの原因である光子ボックス効果を示す説明図である。

【図8】基板上での温度分布が不均一になるもう1つの原因であるエッジ効果を示す説明図である。

【図9】基板上での温度分布の均一性を高めるための従来の対策を実施した場合の基板周辺を示す平面図である。

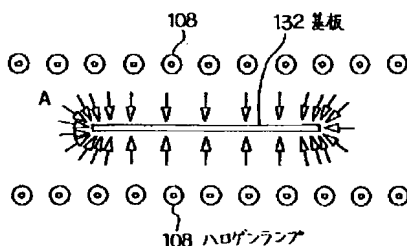
30 【図10】リングを配置することで光子ボックス効果が緩和される様子を示す説明図である。

【図11】リングを配置することでエッジ効果が緩和される様子を示す説明図である。

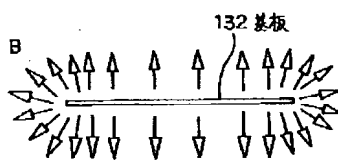
【符号の説明】

2……半導体基板加熱装置、4、6……リング、8……支持手段、10……リング支持ピン、12……基板支持ピン、14……ピン支持部材、104……加熱炉、106……石英チューブ、108……ハロゲンランプ、110……チャンバドア、132……基板、136……放射温度計。

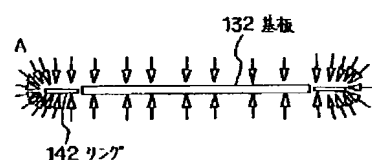
【図7】



【図8】



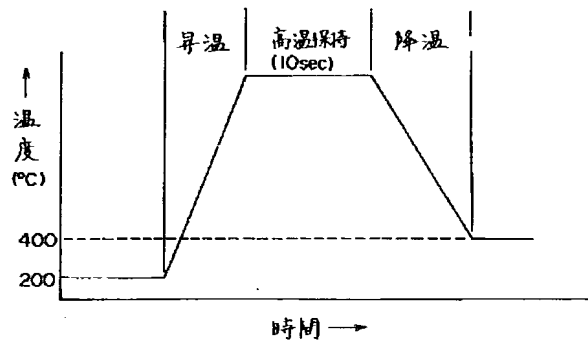
【図10】







【図6】



【図9】

